

Requested Patent: JP9138110A

Title:

METHOD AND APPARATUS FOR POSITION ALIGNMENT USING DIFFRACTION GRATING ;

Abstracted Patent: JP9138110 ;

Publication Date: 1997-05-27 ;

Inventor(s): SUZUKI MASANORI ;

Applicant(s): NIPPON TELEGR amp; TELEPH CORP It;NTTgt; ;

Application Number: JP19950296616 19951115 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: G01B11/00; H01L21/027 ;

Equivalents: ;

#### ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To align the positions of a mask and a wafer highly accurately. SOLUTION: First and third diffraction gratings 7 and 7a having the different grating pitches are arranged on a mask 10. Second and fourth diffraction gratings 8 and 8a having the same pitches as those of the first and third diffraction gratings 7 and 7a respectively are arranged on a wafer 12. The monochromatic light of two wavelengths emitted from a light source 1 is guided to the respective diffraction gratings 7, 7a, 8 and 8a. The optical heterodyne interference diffraction light is detected, and the first, second, third and fourth beat signals are set. The first phase difference signal is detected from the first and second beat signals, and the second phase difference signal is detected from the third and fourth beat signals. A mask stage 11 and a wafer stage 13 are relatively moved so that the phase difference becomes zero, and rough position alignment is performed. Then, the mask stage 11 and the wafer stage 13 are relatively moved based on the first and second phase difference signals, and the accurate position alignment is performed.

*use 2 wavelengths  
with zone grating  
pattern.*

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-138110

(43)公開日 平成9年(1997)5月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 01 B 11/00

H 01 L 21/027

識別記号

庁内整理番号

F I

G 01 B 11/00

H 01 L 21/30

技術表示箇所

G

5 2 2 D

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全12頁)

(21)出願番号

特願平7-296616

(22)出願日

平成7年(1995)11月15日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 鈴木 雅則

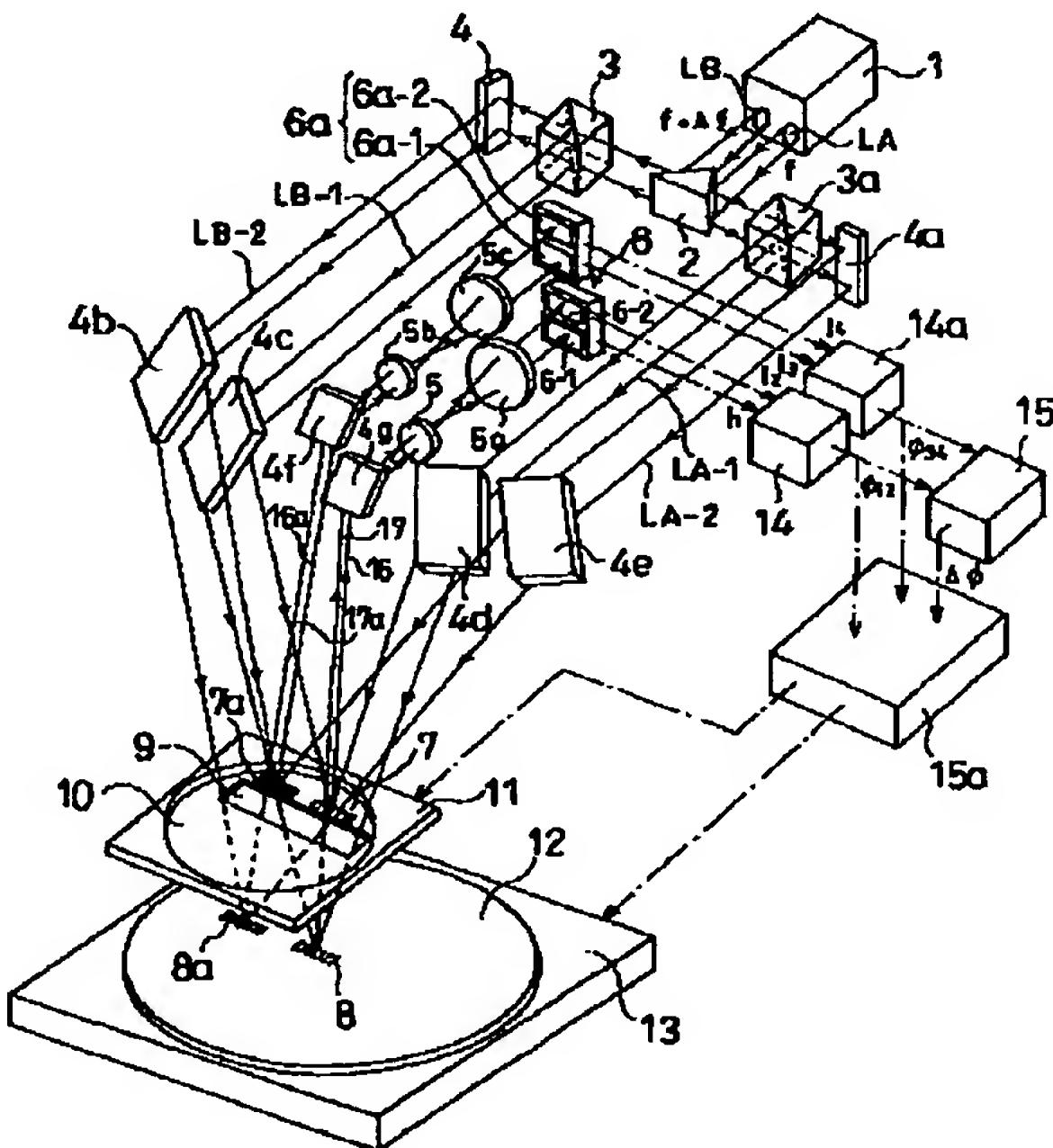
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】回折格子を用いた位置合わせ方法およびその装置

(57)【要約】

【課題】マスクとウエハを高精度に位置合わせする。  
【解決手段】格子ピッチが異なる第1, 第3の回折格子7, 7aをマスク10に配置する。格子ピッチが第1, 第3の回折格子7, 7aとそれぞれ等しい第2, 第4の回折格子8, 8aをウエハ12に配置する。光源1から出射した2波長の単色光を各回折格子7, 7a, 8, 8aに導き、その光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1、第2、第3、第4のビート信号とする。第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する。第1、第2の位相差信号の差を求め、この位相差が零になるようにマスクステージ11とウエハステージ13を相対的に移動させて大まかな位置合わせを行う。次に、第1または第2の位相差信号に基づいてマスクステージ11とウエハステージ13を相対的に移動させて正確な位置合わせを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する光源を用い、この光源から発生した第1の単色光のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記光源から発生した第2の単色光のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行うか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、しかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

【請求項2】 格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として第1の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源と、第2の波長を用いて周波数が僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、前記第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、この第1のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとし、この第2のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行なうか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行なうことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

ポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行なうか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行なう、かかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

【請求項3】 格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として周波数が互いに僅かに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源と、周波数が互いに僅かに異なり第2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、前記第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、この第1のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとし、この第2のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行なうか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行なうことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、かかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

【請求項4】 請求項1、2または3記載の回折格子を用いた位置合わせ方法において、第1、第3の回折格子を近接して配置し、第2、第4の回折格子を近接して配置し、前記第1、第2の回折格子への格子ライン方向に対する第1の単色光のビームスポットの入射角度を第1の入射角度とし、第3、第4の回折格子への格子ライン方向に対する第2の単色光のビームスポットの入射角度を第2の入射角度とし、前記第1の入射角度と第2の入射角度とを変えることにより第1、第2、第3、第4のビート信号を検出することを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

【請求項5】 第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する光源と、この光源から発生した第1の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記光源から発生した第2の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ方法。

記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ装置。

【請求項6】 第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、第1の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源と、第2の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源と、前記第1の光源から発生した2波長の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記第2の光源から発生した2波長の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ装置。

【請求項7】 第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、周波数が互いに僅かに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源と、周波数が互いに僅かに異なり第

2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源と、前記第1の光源から発生した2波長の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記第2の光源から発生した2波長の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ装置。

【請求項8】 請求項5、6または7記載の回折格子を用いた位置合わせ装置において、第1、第3の回折格子を近接して配置し、第2および第4の回折格子を近接して配置したことを特徴とする回折格子を用いた位置合わせ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マスクとウエハを位置合わせした後、マスクパタンをウエハ上に焼き付けて半導体ICやLSIを製造するための露光装置やパタン位置を計測するパタン評価装置に応用して好適な回折格子を用いた光ヘテロダイン干渉法による位置合わせ方法およびその装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体ICやLSIパタンの微細化に伴い、マスクパタンをウエハ上に露光、転写する装置では、マスクとウエハとを互いに高精度に位置合わせする

技術の進展が不可欠のものとなっている。

【0003】光ヘテロダイン干渉法は、僅かに周波数の異なる2つのレーザー光を干渉させてヘテロダイン信号を得、基準となるヘテロダイン信号（参照信号）と測定したヘテロダイン信号間の位相差を求める、マスクとウエハの位置合わせや位置検出を行なっている。

【0004】従来、回折格子を用いた光ヘテロダイン干渉法を利用して微少な変位の測定、あるいは精密な位置合わせを行う装置として、図7に示すようなX線露光装置に応用したものがある（特開昭62-261003号公報；特公平7-49826号公報）。同図において、20は周波数が互いに僅かに異なり、偏光面方向が互いに直交する2波長の光を発する横ゼーマン効果型2波長直交偏光レーザー光源、21a、21b、21c、21dはミラーで、これらのミラーのうちミラー21b、21cは角度調整自在に設けられることにより入射角調整手段を構成している。22は円筒レンズ、23は偏光ビームスプリッター、24はプリズム状ミラー、25a、25bは集光レンズ、26a、26bは光電検出器、27は信号処理制御部、28はマスクステージ、29はウエハステージ、30はマスク、31はウエハ、32はマスク回折格子、33は単色光入射・回折光取出し窓、34はウエハ回折格子、44a、44bは偏光板である。

【0005】単色光入射・回折光取出し窓33は、マスク30に設けられた開口部であり、この窓33を通してウエハ回折格子34に対して入射光が直接入射でき、かつウエハ回折格子34からの回折光が直接取り出せるようになっている。また、マスクステージ28およびウエハステージ29は、マスク30およびウエハ31を相対的に移動させる移動機構を構成している。

【0006】2波長直交偏光レーザー光源20から発した光は、ミラー21a、円筒レンズ22を通して楕円状のビームとなり、そのビームは偏光ビームスプリッター23によりそれぞれ水平成分あるいは垂直成分のみを有する直線偏光でしかも周波数が互いに僅かに異なる2波長の光に分割される。この分割された光はそれぞれミラー21b、22cを介して所望の入射角でマスク回折格子32とウエハ回折格子34にそれぞれ入射する。これらの回折格子32、34は、それぞれ格子ライン方向にずれており、しかも2波長の入射光の同一楕円ビーム内に配置されている。また、マスク回折格子32とウエハ回折格子34の格子ピッチは等しい。マスク回折格子32から得られる回折光、および単色光入射・回折光取出し窓33を通してウエハ回折格子34から得られる回折光は、ミラー21d、プリズム状ミラー24、集光レンズ25a、25b、偏光板44a、44bを介して光電検出器26a、26bにそれぞれ導かれ、回折光ビート信号として信号処理制御部27で処理される。信号処理制御部27では、マスク回折格子32とウエハ回折格子34から得られた回折光のそれぞれのビート信号のいず

れか一方の信号を基準ビート信号として両ビート信号の位相差を検出し、位相差が0°になるようにマスクステージ28、あるいはウエハステージ29を相対的に移動させ、マスク30上のパタンがウエハ面上の所定の位置に精度よく重なって露光できるようにマスク30とウエハ31との間の精密な位置合わせを行うようにしている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の位置合わせ装置において、位置合わせに用いている位相差信号 $\phi$ は、次式によって表される。

$$\phi = 2\pi \cdot \Delta x / (P/2n) \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 $\Delta x$ はマスクとウエハとの相対位置ずれ量、Pはマスク回折格子32あるいはウエハ回折格子34の回折格子ピッチ、nは回折格子への所望の入射角度によって決まる定数であり、回折角の次数である。したがって、たとえば一次回折角から入射した場合は、位相差信号 $\phi$ は、回折格子ピッチPの1/2の周期で変化するため、マスク30とウエハ31とを回折格子ピッチPの1/2の範囲内に予め設定する必要がある。すなわち、上記したような従来の装置では、マスク30とウエハ31との相対位置合わせを行なった場合に格子ピッチ方向に前記周期の整数倍周期ずれして位置合わせされるという問題があった。

【0008】本発明は上記した従来の問題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、マスクとウエハとを回折格子ピッチPの1/2の範囲内に設定でき、周期ずれしないようにした回折格子を用いた位置合わせ方法およびその装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ方法は、格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する光源を用い、この光源から発生した第1の単色光のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとし、この第2のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行うか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、かかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする。

信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行うか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、かかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする。

【0010】また、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ方法は、格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として第1の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源と、第2の波長を用いて周波数が僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、前記第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、この第1のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとし、この第2のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行なうか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、かかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする。

【0011】また、本発明に係る回折格子を用いた位置

合わせ方法は、格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として周波数が互いに僅かに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源と、周波数が互いに僅かに異なり第2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、前記第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、この第1のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとし、この第2のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の光源の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行うか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、しかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うことを特徴とする。

【0012】また、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ方法は、第1、第3の回折格子を近接して配置し、第2、第4の回折格子を近接して配置し、前記第1、第2の回折格子への格子ライン方向に対する第1の単色光のビームスポットの入射角度を第1の入射角度とし、第3、第4の回折格子への格子ライン方向に対する第2の単色光のビームスポットの入射角度を第2の入射角度とし、前記第1の入射角度と第2の入射角度とを変えることにより第1、第2、第3、第4のビート信号を検出することを特徴とする。

【0013】また、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置は、第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体

に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する光源と、この光源から発生した第1の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記光源から発生した第2の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる第1の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記第1の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記第2の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記第2の単色光の光へテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0014】また、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置は、第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、第1の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源と、第2の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源と、前記第1の光源から発生した2波長の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記第2の光源から発生した2波長の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光へテロダイン干渉

回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】また、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置は、第1の物体に設けられた格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子と、前記第1、第3の回折格子と等しい格子ピッチをそれぞれ有し第2の物体に設けられた第2、第4の回折格子と、前記第1、第2の物体を相対的に移動させる移動機構と、周波数が互いに僅かに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源と、周波数が互いに僅かに異なり第2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源と、前記第1の光源から発生した2波長の単色光を前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で第1のビームスポットとして入射させる第1の入射角調整手段と、前記第2の光源から発生した2波長の単色光を前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で第2のビームスポットとして入射させる第2の入射角調整手段と、前記第1のビームスポットにより前記第1の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号を生成する第1のビート信号検出手段と、前記第1のビームスポットにより前記第2の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号を生成する第2のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第3の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号を生成する第3のビート信号検出手段と、前記第2のビームスポットにより前記第4の回折格子から生じる前記2波長の単色光の光ヘテロダイン干渉

回折光を検出して第4のビート信号を生成する第4のビート信号検出手段と、前記第1および第2のビート信号検出手段によって生成された前記第1および第2のビート信号から第1の位相差信号を検出する第1の位相差検出手段と、前記第3および第4のビート信号検出手段によって生成された前記第3および第4のビート信号から第2の位相差信号を検出する第2の位相差検出手段と、前記第1の位相差信号と第2の位相差信号との位相差に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し、さらに前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記移動機構に制御信号を送出し前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせする信号処理制御手段とを備えたことを特徴とする。さらに、本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置は、第1、第3の回折格子を近接して配置し、第2および第4の回折格子を近接して配置したことを特徴とする。

【0016】格子ピッチの異なる回折格子の組からそれぞれ光ヘテロダイン干渉したビート信号を検出する。すなわち、第1、第2、第3、第4の回折格子からそれぞれ光ヘテロダイン干渉した第1、第2、第3、第4のビート信号を検出する。第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これらの位相差信号の差を求め、この位相差が零になるように第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、第1、第2の回折格子間もしくは第3、第4の回折格子間の大まかな位置合わせを行い、第1、第2の物体を回折格子ピッチの少なくとも1/2の範囲内に設定する。次に、前記第1の位相差信号もしくは第2の位相差信号に基づいて第1、第2の回折格子もしくは第3、第4の回折格子が格子ラインの方向に一致するように第1、第2の物体を相対的に移動させることにより周期ずれしない高精度な位置合わせが行われる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置の実施の形態を示す概略構成図である。本実施の形態においては、半導体ICやLSIを製造するためのX線露光装置のマスクとウエハの位置合わせに用いられる回折光強度検出および光ヘテロダイン干渉方式の位置合わせ装置に適用した例を示している。1は2波長レーザー光源、2は三角プリズムミラー、3、3aはビームスプリッター、4a、4b、4c、4d、4e、4f、4gはミラーで、ミラー4c、4dは第1の入射角調整手段を構成し、ミラー4b、4eは第2の入射角調整手段を構成している。5、5a、5b、5cは拡大光学系、6、6aは2分割ディテクター（第1～第4のビート信号検出手段）、7、7aはマスク回折格子（第1、第3の回折格子）、8、8aはウエハ回折格子（第2、第4の回折格子）、9は单

色光入射・回折光取出し窓、10はマスク（第1の物体）、11はマスクステージ、12はウエハ（第2の物体）、13はウエハステージで、これらステージ11、13はマスク10とウエハ12の移動機構をそれぞれ構成している。14、14aは位相差検出回路系（第1、第2の位相差検出手段）、15、15aは検出信号処理制御系（信号処理制御手段）、16、16aはマスク側光ヘテロダイン干渉回折光、17、17aはウエハ側光ヘテロダイン干渉回折光である。なお図中、マスク10およびウエハ12の各移動機構については図7に示した従来装置における移動機構と同じである。

【0018】レーザー光源1から発する周波数がf、f+Δfと互いに僅かに異なる2波長からなるレーザー光LA、LBは、三角プリズムミラー2に当たって反射することにより互いに反対方向に90°方向転換された後、ビームスプリッター3、3aにそれぞれ入射し、レーザー光LA-1、LA-2、LB-1、LB-2にそれぞれ分割される。これら4つのレーザー光LA-1、LA-2、LB-1、LB-2のうちビームスプリッター3、3aによって反射したレーザー光LA-1とLB-1は、ミラー4c、4dを介して所望の入射角でマスク回折格子7に入射すると同時に、単色光入射・回折光取出し窓9を透過して所望の入射角でウエハ回折格子8に入射する。

【0019】図1に示した実施の形態では、前記2波長のレーザー光LA-1、LB-1は、それぞれ1次回折角の方向から入射し、2波長の入射光の同一ビーム内に前記マスク回折格子7およびウエハ回折格子8が配置されている。また、前記マスク回折格子7およびウエハ回折格子8の格子ピッチP1は等しく設定されている。

【0020】前記マスク回折格子7およびウエハ回折格子8から単色光入射・回折光取出し窓9を介して得られる前記2波長のレーザー光LA-1、LB-1の1次回折光16、17は、それぞれ前記マスク回折格子7およびウエハ回折格子8の鉛直方向に出射して光ヘテロダイン干渉する。これらの光ヘテロダイン干渉した回折光16、17は、それぞれミラー4g、拡大光学系5、5aを介して2分割ディテクター6の光電検出部6-1、6-2へそれぞれ入射する。これらの光電検出部6-1、6-2は、光ヘテロダイン干渉回折光16、17を検出することにより第1のマスクビート信号I1と第2のウエハビート信号I2をそれぞれ生成し、位相差検出回路系14aにそれぞれ入力する。

【0021】一方、4つのレーザー光LA-1、LA-2、LB-1、LB-2のうちビームスプリッター3、3aを透

$$\begin{aligned}\Delta\phi &= \phi_{12} - \phi_{34} \\ &= 2\pi \cdot \Delta x / (P1/2) - 2\pi \cdot \Delta x / (P2/2) \\ &= 2\pi \cdot \Delta x / \{P1 \cdot P2 / 2 (P2 - P1)\} \quad \dots \dots (4)\end{aligned}$$

差信号 $\Delta\phi$ の周期Lは、 $\{P1 \cdot P2 / 2 (P2 - P1)\}$ であり、例えば、 $P1 = 4\mu\text{m}$ 、 $P2 = 4.1\mu\text{m}$ とすると、 $L = 82\mu\text{m}$ となる。図2に位相差信号 $\phi$

過したレーザー光LA-2とLB-2は、ミラー4と4b、4aと4eを介してそれぞれ所望の入射角でマスク回折格子7aに入射すると同時に、単色光入射・回折光取出し窓9を透過して所望の入射角でウエハ回折格子8aに入射する。

【0022】図1に示した実施の形態では、前記2波長のレーザー光LA-2、LB-2は、それぞれ1次回折角の方向から入射し、2波長の入射光の同一ビーム内に前記マスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aが配置されている。また、前記マスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aの格子ピッチP2は等しく設定され、前記マスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aの格子ピッチP1とは異なる値に設定されている。

【0023】前記マスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aから単色光入射・回折光取出し窓9を介して得られる前記2波長のレーザー光LA-2、LB-2の1次回折光16a、17aは、それぞれ前記マスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aの鉛直方向に出射して光ヘテロダイン干渉する。これらの光ヘテロダイン干渉した回折光16a、17aは、それぞれミラー4f、拡大光学系5b、5cを介して2分割ディテクター6aの光電検出部6a-1、6a-2へそれぞれ入射する。これらの光電検出部6a-1、6a-2は、光ヘテロダイン干渉回折光16a、17aを検出することにより第3のマスクビート信号I3と第4のウエハビート信号I4をそれぞれ生成し、位相差検出回路系14aにそれぞれ入力する。

【0024】位相差検出回路系14、14aでは、それぞれ第1のマスクビート信号I1と第2のウエハビート信号I2との位相差 $\phi_{12}$ と、第3のマスクビート信号I3と第4のウエハビート信号I4との位相差 $\phi_{34}$ を算出する。マスク10とウエハ12との相対位置ずれ量を $\Delta x$ とすると、位相差信号 $\phi_{12}$ 、 $\phi_{34}$ は、それぞれ次式によって表される。

$$\phi_{12} = 2\pi \cdot \Delta x / (P1/2n) \quad \dots \dots (2)$$

$$\phi_{34} = 2\pi \cdot \Delta x / (P2/2n) \quad \dots \dots (3)$$

ここで、P1は回折格子7、8の格子ピッチ、P2は回折格子7a、8aの格子ピッチ、nは回折格子への所望の入射角によって決まる回折角の次数であり、図1に示した実施の形態においては、n=1である。

【0025】次に、位相差信号 $\phi_{12}$ 、 $\phi_{34}$ は、検出信号処理制御系15、15aに入力する。検出信号処理制御系15では、位相差信号 $\phi_{12}$ と $\phi_{34}$ の差信号 $\Delta\phi$ を算出し、この差信号 $\Delta\phi$ を検出信号処理制御系15aに入力する。差信号 $\Delta\phi$ は次式によって表される。

12、 $\phi_{34}$ および差信号 $\Delta\phi$ の検出波形を示す。

【0026】検出信号処理制御系15aでは、はじめに回折格子の格子ピッチに対して十分長い周期の位相差信

号 $\Delta\phi$ に対応して、マスクステージ1.1もしくはウエハステージ1.3に駆動制御信号を送り、 $\Delta\phi$ が零になるようにこれらステージを相対的に移動させることにより、マスク回折格子7とウエハ回折格子8、もしくはマスク回折格子7aとウエハ回折格子8aとが格子ラインの方向に対して回折格子ピッチの1/2以内に一致するよう位置合わせする。次に、位相差信号 $\phi_{12}$ もしくは $\phi_{34}$ の何れか一方の信号に対応してマスクステージ1.1またはウエハステージ1.3に駆動制御信号を送り、マスク回折格子7とウエハ回折格子8、もしくはマスク回折格子7aとウエハ回折格子8aとが格子ラインの方向に対して一致するよう位置合わせを行なう。

【0027】以上のように、本実施の形態においては、回折格子の格子ピッチに対して十分周期の長い位相差信号 $\Delta\phi$ を算出して2つの回折格子間の大まかな位置合わせを行い、マスク1.0とウエハ1.2とを回折格子ピッチの少なくとも1/2の範囲内に設定した後、回折格子を用いた光ヘテロダイン干渉の位相差検出により位置合わせを行うことにより、周期ずれしない高精度の位置合わせが実現できる。

【0028】ここで、図1に示した実施の形態においては、一次回折光を利用する方法について説明したが、一般にn次回折光を用いても同様の効果が得られる。また、光ヘテロダイン干渉した回折光を得る方法として、回折格子に対して左右対称のn次回折角の方向から2波長のレーザー光を入射する例について述べたが、逆に、回折格子に対して鉛直方向から2波長のレーザー光を入射し、左右対称の方向に出射する±n次回折光を干渉させる方法を用いてもよい。さらに、2波長のレーザー光源としては、音響光学素子等を用いて周波数シフトさせる方法を示したが、ゼーマン効果型のレーザー光源を用いて偏光ビームスプリッターで分離して $f$ 、 $f + \Delta f$ を生成する方法を用いても同様の効果が得られる。

【0029】また、回折格子の配置方法として、図3に示すようにマスク回折格子7と7aおよびウエハ回折格子8と8aをそれぞれ横方向に近接して配置したり(a)、縦方向に近接して配置してもよい(b)。この場合、図4(a)に示すように回折光を鉛直方向に出射する方法(上記した実施の形態と同じ方法)を用いないで、図4(b)に示すようにz軸に対して-y方向に入射角 $-\alpha_1$ だけ傾けた方向から入射する方法を用いると、回折光はz軸に対して+y方向に角度 $+\alpha_1$ だけ傾けた方向に出射するから、4つの光ヘテロダイン干渉回折光を分離できる。

【0030】また、図1に示した実施の形態において、ミラー4cと4dの配置を調整し、レーザー光を入射角度 $-\alpha_1$ から入射させ、またミラー4bと4eの配置を調整し、レーザー光を入射角度 $-\alpha_2$ から入射させることにより、図3(a)、(b)に示すように、回折光16、17を $+\alpha_1$ の方向に、回折光16a、17aを $+\alpha_2$ の方向に出射でき、容易に分離することができる。

【0031】図5は本発明の他の実施の形態を示す概略構成図である。この実施の形態においては、2波長の光源として、第1の波長 $\lambda_1$ を用いて周波数が $f_1$ 、 $f_1 + \Delta f$ と互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源1と、第2の波長 $\lambda_2$ を用いて周波数が $f_2$ 、 $f_2 + \Delta f$ と僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源1Aとを用い、第1の光源1から発した2波長の単色光を第1のビームスポットとして三角プリズムミラー2およびミラー4、4a、4c、4dによってマスク回折格子7およびウエハ回折格子8に導き、第2の光源1Aから発した2波長の単色光を第2のビームスポットとして三角プリズムミラー2Aおよびミラー4b、4e、4h、4iによってマスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aに導くように構成したものである。その他の構成は図1に示した実施の形態と同じである。

【0032】このような構造においても、第1の光源1から発する2波長の単色光を第1のビームスポットとし、第2の光源1Aから発する2波長の単色光を第2のビームスポットとすることにより、第1、第2、第3、第4のビート信号を検出するができるので、上記した実施の形態と同様な効果が得られる。また、第1、第2の光源1、1Aのレーザー光の波長を $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ と変えることにより、回折格子7と8に入射するn次回折角と回折格子7a、8aに入射するn次回折角とが異なるため、回折格子7、7a、8、8aを近接して配置することが可能である。

【0033】図6は本発明のさらに他の実施の形態を示す概略構成図である。この実施の形態においては、2波長の光源として、周波数が $f_1$ 、 $f_1 + \Delta f_a$ と互いに僅かに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源1Bと、周波数が $f_2$ 、 $f_2 + \Delta f_b$ と互いに僅かに異なり第2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源1Cとを用い、第1の光源1Bから発した2波長の単色光を第1のビームスポットとして三角プリズムミラー2およびミラー4、4a、4c、4dによってマスク回折格子7およびウエハ回折格子8に導き、第2の光源1Cから発した2波長の単色光を第2のビームスポットとして三角プリズムミラー2Aおよびミラー4b、4e、4h、4iによってマスク回折格子7aおよびウエハ回折格子8aに導くように構成したものである。その他の構成は図1に示した実施の形態と同じである。

【0034】このような構造においても、上記した実施の形態と同様な効果が得られる。また、周波数差を $\Delta f_a$ 、 $\Delta f_b$ と変えることにより、回折格子7と8から得られる第1、第2のビート信号I1、I2のビート周波数は $\Delta f_a$ になり、回折格子7a、8aから得られる第3、第4のビート信号I3、I4のビート周波数は $\Delta f_b$ になる。したがって、ビート信号I1、I2の組とビ

ート信号13、14の組の信号を振幅復調器などの電気回路系を内蔵した位相差検出回路系14'、14a'により容易に分離することが可能であり、回折格子7、7a、8、8aを近接して配置することが可能である。

【0035】なお、図6に示した実施の形態においては、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ が異なる2つのレーザー光源1B、1Cについて示したが、周波数差を変える方法として、1つのレーザー光に対して音響素子等を用いて例えば4つの周波数シフトさせたレーザー光 $f + \Delta f_a$ 、 $f + \Delta f_b$ 、 $f + \Delta f_c$ 、 $f + \Delta f_d$ を用いても同様の効果が得られる。

#### 【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ方法およびその装置は、格子ピッチが互いに異なる第1、第3の回折格子を第1の物体に配置し、前記第1、第3の回折格子と格子ピッチがそれぞれ等しい第2、第4の回折格子を第2の物体に前記第1、第3の回折格子と一定の間隔を隔てて位置するように配置し、光源として周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する光源を用い、この光源から発生した第1の単色光のビームスポットを前記第1、第2の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第1の回折格子から生じる前記第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第1のビート信号とし、前記第2の回折格子から生じる前記第1の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第2のビート信号とし、前記光源から発生した第2の単色光のビームスポットを前記第3、第4の回折格子に対して所定の入射角度で入射させ、前記第3の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第3のビート信号とし、前記第4の回折格子から生じる前記第2の単色光の光ヘテロダイン干渉回折光を検出して第4のビート信号とし、前記第1、第2のビート信号から第1の位相差信号を検出し、前記第3、第4のビート信号から第2の位相差信号を検出し、これら両位相差信号の位相差に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させることにより、前記第1の回折格子あるいは前記第2の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第1の回折格子と第2の回折格子との位置合わせを行うか、もしくは前記第3の回折格子あるいは前記第4の回折格子の格子ピッチの1/2以内に前記第3の回折格子と前記第4の回折格子との位置合わせを行ない、しかる後、前記第1の位相差信号もしくは前記第2の位相差信号に基づいて前記第1、第2の物体を相対的に移動させて位置合わせを行うようにしたので、回折格子を用いた光ヘテロダイン干渉による位置合わせにおいて、周期ずれした信号による位置合わせ不良がなくなり、位置合わせにおける検出範囲

の広い、しかも安定かつ高精度な位置合わせができる。

【0037】また、本発明は、光源として第1の波長を用いて周波数が互いに僅かに異なる2波長の単色光を発生する第1の光源と、第2の波長を用いて周波数が僅かに異なる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとすることにより、第1、第2、第3、第4のビート信号を検出するようにしたので、4つの回折格子を近接して配置することができる。また、本発明は、光源として周波数が互いに異なり第1の周波数差となる2波長の単色光を発生する第1の光源と、周波数が互いに僅かに異なり第2の周波数差となる2波長の単色光を発生する第2の光源とを用い、第1の光源からの2波長の単色光を第1のビームスポットとし、第2の光源からの2波長の単色光を第2のビームスポットとすることにより、第1の周波数差と第2の周波数差とを第1、第2、第3、第4のビート信号を検出するようにしたので、4つの回折格子を近接して配置することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る回折格子を用いた位置合わせ装置の実施の形態を示す概略構成図である。

【図2】 位相差信号と差信号の検出波形を示す図である。

【図3】 (a)、(b)は回折格子の配置例をそれぞれ示す図である。

【図4】 (a)、(b)は回折格子への入射および回折格子からの出射例を示す図である。

【図5】 本発明の他の実施の形態を示す概略構成図である。

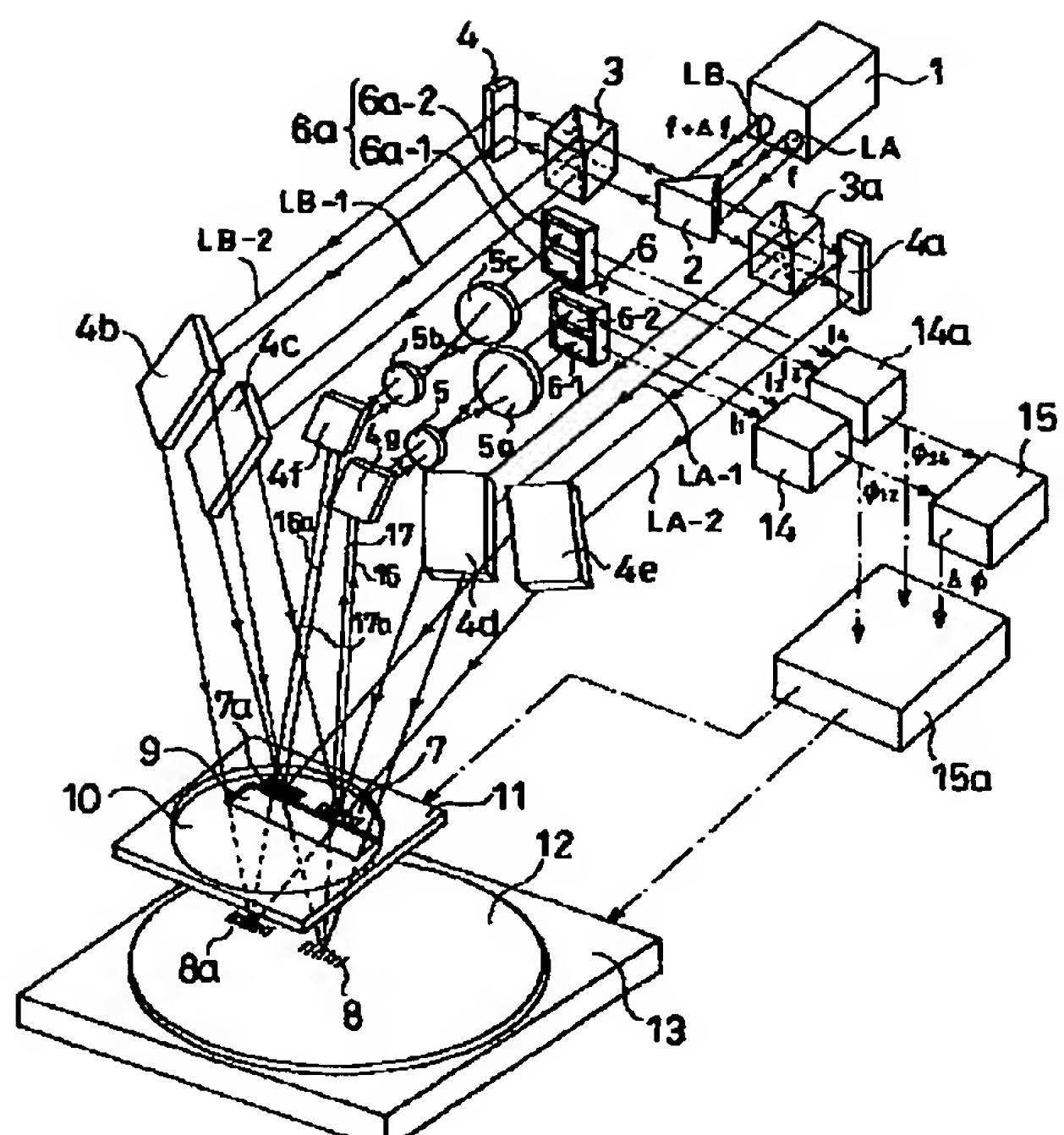
【図6】 本発明のさらに他の実施の形態を示す概略構成図である。

【図7】 従来の回折格子を用いた位置合わせ装置の概略構成図である。

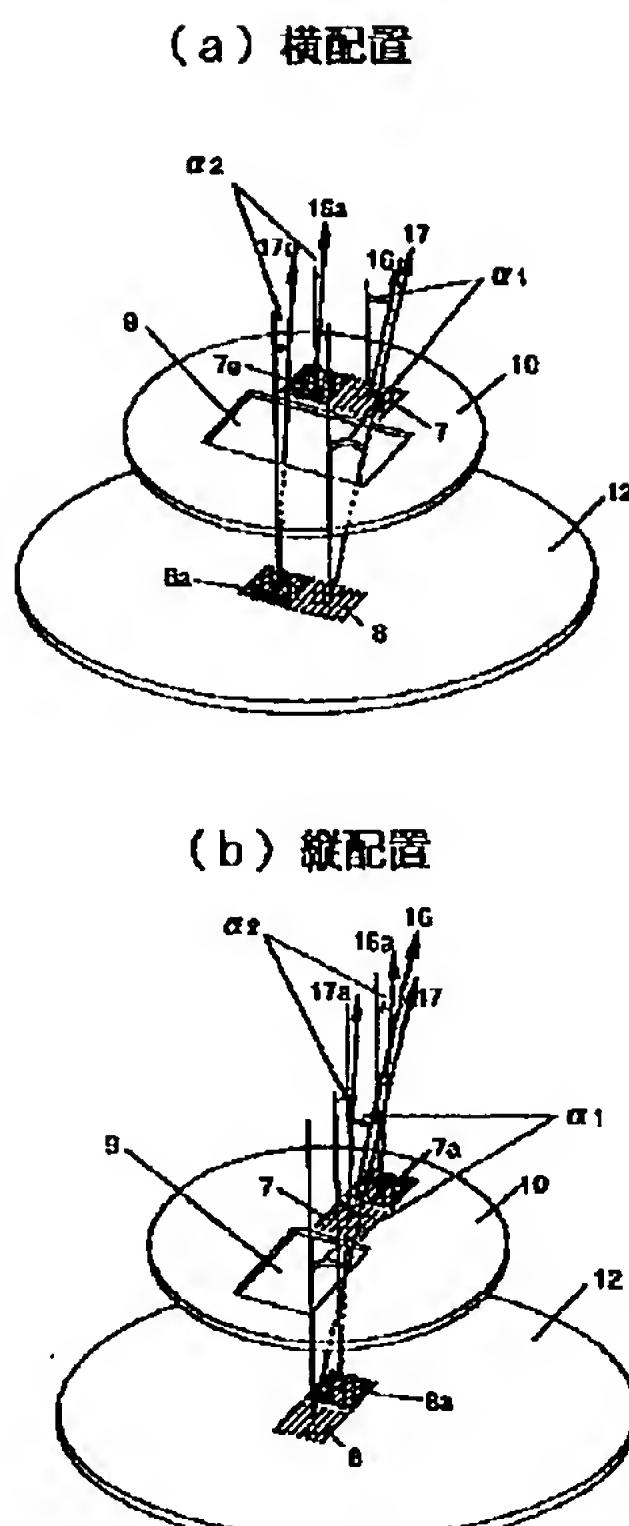
#### 【符号の説明】

1、1A、1B、1C…2波長レーザー光源、2…三角プリズムミラー、3、3a…ビームスプリッター、4、4a~4i…ミラー、5、5a、5b、5c…拡大光学系、6、6a…2分割ディテクター、7、7a…マスク回折格子、8、8a…ウエハ回折格子、9…単色光入射・回折光取出し窓、10…マスク、11…マスクステージ、12…ウエハ、13…ウエハステージ、14、14a…位相差検出回路系、15、15a…検出信号処理制御系、16、16a…マスク側光ヘテロダイン干渉回折光、17、17a…ウエハ側光ヘテロダイン干渉回折光。

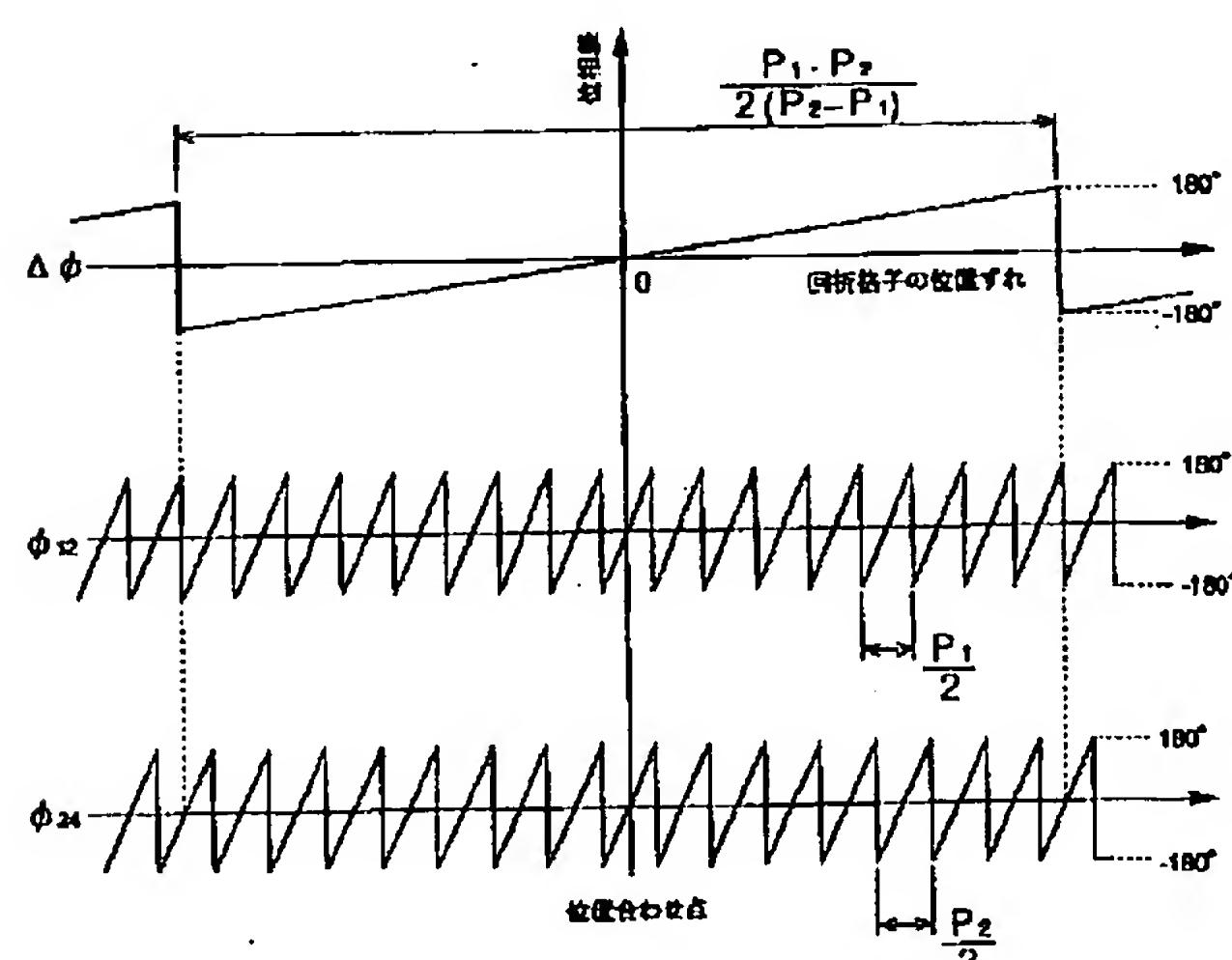
【図1】



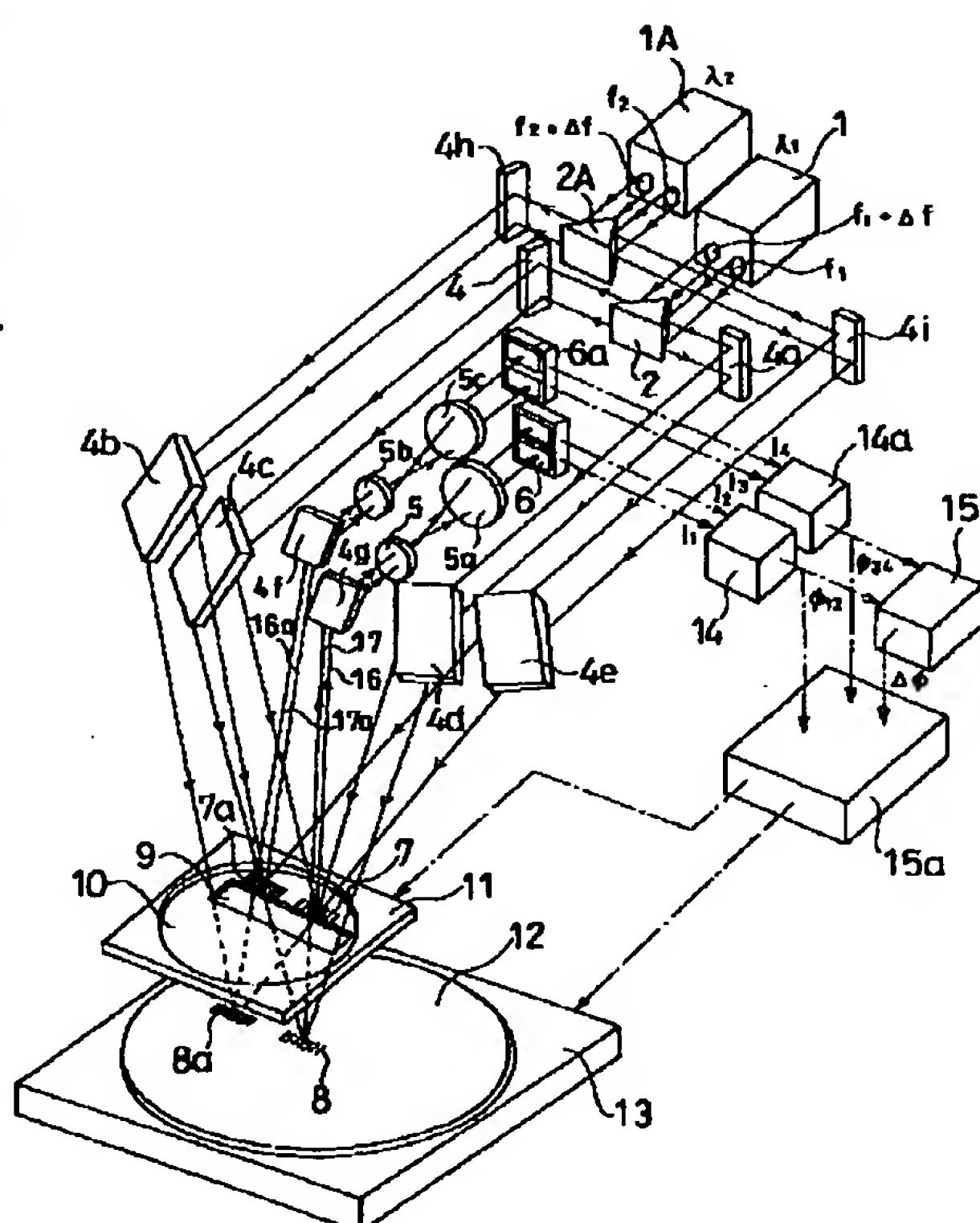
【図3】



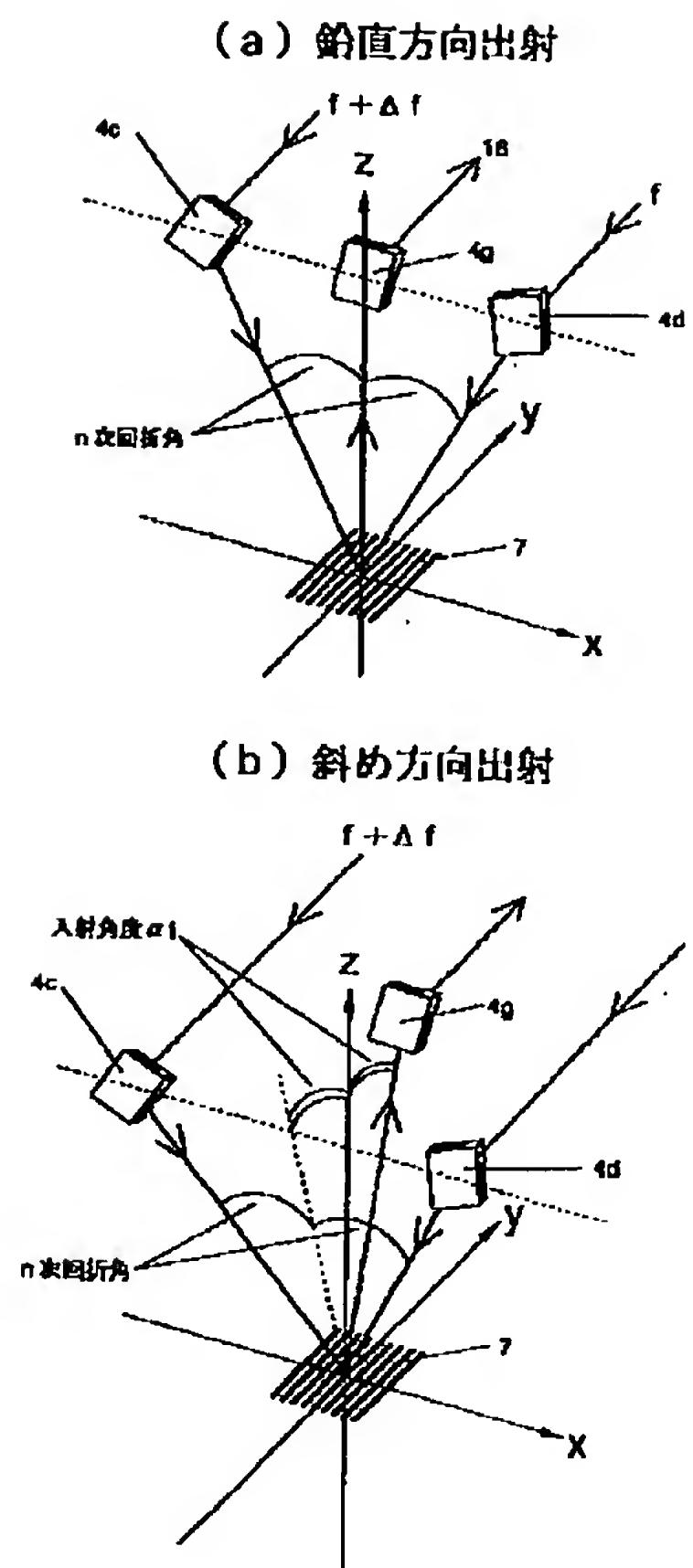
【図2】



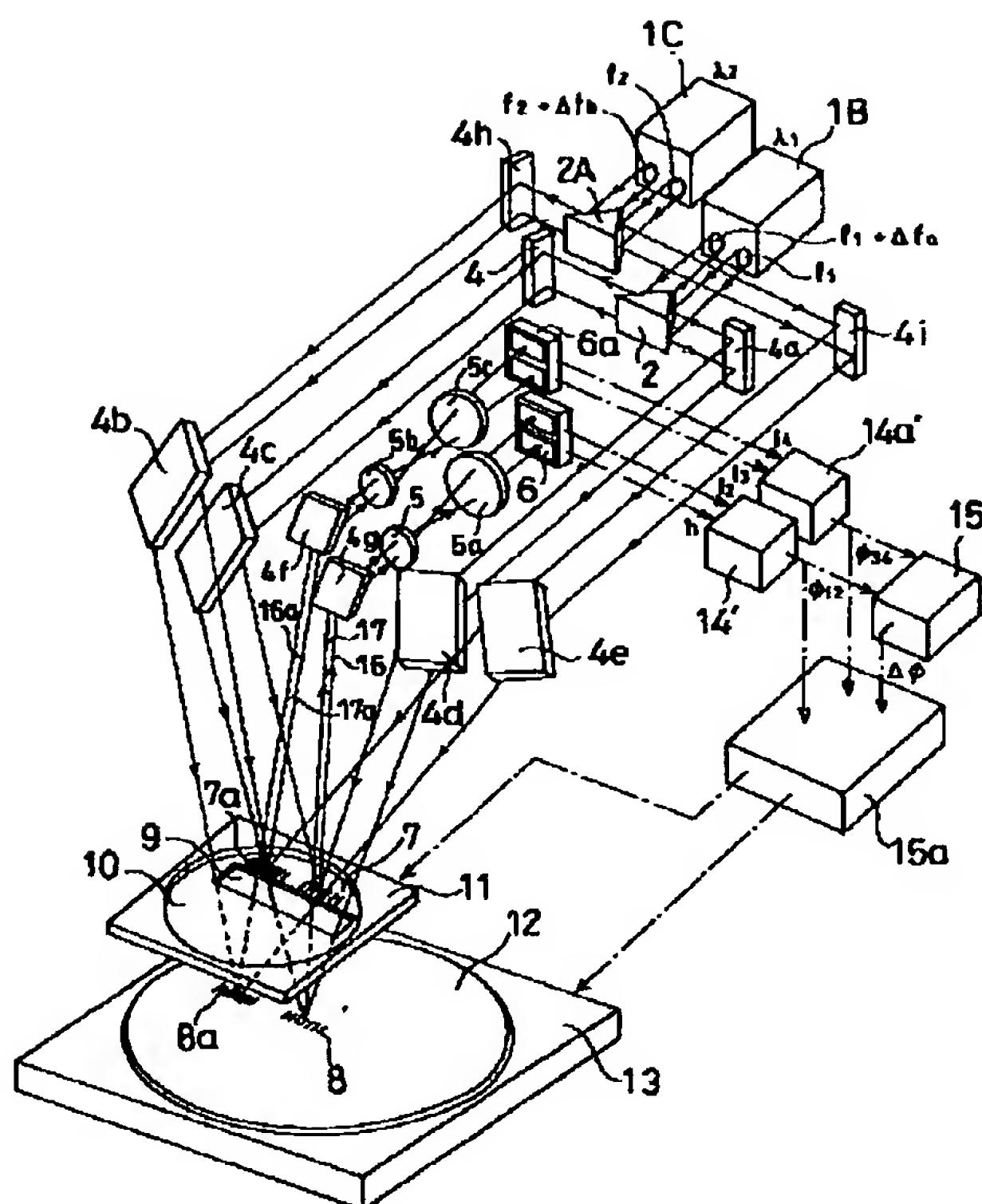
【図5】



【 4 ]



〔図6〕



〔图7〕

